



مداخلات ارگونومی جامع برای بهبود شرایط ارگونومیکی مطالعه موردی: کارخانه تولید قطعات یدکی خودرو

ناصر صدرا ابرقویی^{*۱}

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۶/۱

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۳/۲۸

چکیده

مقدمه: امروزه ناراحتی‌های اسکلتی-عضلانی در دنیا به علت آسیبی که به نیروی کار و بهره‌وری وارد می‌سازد از اهمیت فوق‌العاده برخوردار است. لذا ضروری است که مطالعات وسیعی برای شناسایی و پیشگیری از بروز این آسیب‌ها و کنترل ریسک فاکتورهای ایجادکننده آن‌ها انجام گیرد.

مواد و روش‌ها: این پژوهش با استفاده از یک مدل مداخله ارگونومی به بررسی و بهبود شرایط ارگونومیکی یک کارخانه تولید قطعات یدکی می‌پردازد. به‌منظور بررسی‌های نمونه‌ای از جدول مورگان برای تعیین حجم نمونه استفاده و به روش نمونه‌گیری تصادفی ساده تعداد ۴۴ نمونه از ۵۰ نفر کارکنان واحد تولیدی انتخاب شدند. برای شناسایی ریسک فاکتورهای ارگونومیکی از "پرسش‌نامه نوردیک" و "نکات بازبینی ارگونومی" استفاده شد. بر اساس مدل نظری مورد استفاده مداخله ارگونومی در دو مرحله انجام گرفت.

یافته‌ها: در مرحله مداخله ارگونومی کلان در قالب کارگاه‌ها و کارگروه‌های مختلف، هفت هدف و سیزده پیشنهاد ارگونومیکی احصاء و ارائه شد. در مرحله مداخله ارگونومی خرد، بیست مورد ریسک فاکتورهای ارگونومیکی شناسایی و سیزده برنامه و راهکار برای برطرف کردن مشکلات پیشنهاد گردید. یازده مورد از راهکارها با تأیید مدیریت ارشد در راستای بهبود شرایط ارگونومیکی و افزایش بهره‌وری به مرحله اجرا گذاشته شد.

نتیجه‌گیری: مهم‌ترین نتیجه مداخلات ارگونومی جامع، تغییر در فرهنگ سازمانی است که منافع مستقیم و غیرمستقیم مثل راه‌حل‌های کم‌هزینه یا بدون هزینه برای حل مشکلات، ایجاد یک محیط بهبود مستمر و فعال، افزایش انگیزه کارکنان در مشارکت و نوآوری در حل مشکلات، تمایل بیشتر به تفکر برای ارائه ایده‌های جدید، ارتباطات بهتر بین مسئولین و کارکنان، افزایش توانمندی و سطح دانش عمومی شاغلین را به دنبال داشته است.

کلمات کلیدی: ارگونومی خرد، ارگونومی کلان، ریسک فاکتورهای ارگونومیکی، بهره‌وری، ناراحتی‌های اسکلتی-عضلانی

۱. * (نویسنده مسئول) استادیار دانشگاه جامع علمی کاربردی، یزد، ایران. پست الکترونیکی: sadra@uast.ac.ir

مقدمه

فراهم آوردن شرایط سازگاری کار، ماشین، محیط و سازمان با توانمندی‌های جسمی و روحی- روانی انسان از گام‌های اساسی برای بهبود مدیریت و افزایش بهره‌وری در هر سازمانی محسوب می‌گردد (۱).

توسعه پایدار سیستم‌ها، معمولاً به دلیل داشتن ابعاد اجتماعی، اقتصادی و محیطی، باید تعادل یافته و به‌طور مشترک موردتوجه و بهینه‌سازی شود (۲ و ۳). ارگونومی یک نظم علمی است که به واکنش بین انسان‌ها و اجزای دیگر سیستم مربوط است و حرفه‌ای است که داده‌ها، روش‌ها، اصول و تئوری را به‌منظور بهینه‌سازی سلامت انسان و عملکرد کلی سیستم، در طراحی بکار می‌برد (۴) و در این راستا دو هدف عمده: اجتماعی (سلامت انسانی) و دیگری اقتصادی (عملکرد کلی سیستم) را مورد توجه قرار می‌دهد (۵).

بررسی نتایج پژوهش‌ها نشان داده است که "روش‌ها و تکنیک‌ها"، "ویژگی‌های انسانی"، "طراحی و سازمان"، "بهداشت و ایمنی" و "طراحی تجهیزات و محل کار"، پنج مبحث اصلی در ارگونومی هستند. ارگونومی فرصتی برای در اختیار قرار دادن دانش خود در مباحث دیگر به‌ویژه مقوله‌های "طراحی محصول و صنعت"، "معماری"، "سلامت و ایمنی" و HCI (Human-Computer Interaction) به‌ویژه در مورد مسائل مربوط به کاهش انرژی در توسعه پایدار سیستم‌ها می‌باشد (۶). در این ارتباط بخش‌هایی از سیستم شامل: طراحی شغل، طراحی محیطی، تکنولوژی، روندها و ساختار سیستم کار، عناصری هستند که به‌طور سازنده به هم مرتبط بوده و باید برای بهبود مدیریت و افزایش بهره‌وری مؤثر و به حداقل رساندن حوادث ناشی از سیستم‌های کاری ضعیف طراحی شده، بررسی شوند (۷).

در این راستا شناخت عوامل و عناصر درونی و بیرونی یا محیطی مؤثر بر ساختار یک سیستم تولیدی می‌تواند در بهبود ساختار سیستم مورد توجه قرار گیرد. ضمناً باید به این نکته توجه داشت که در عصر اطلاعات که عصر دانایی محور نامیده شده است مهم‌ترین و کلیدی‌ترین عنصر مؤثر بر ساختار یک سیستم، نیازها و تمنیات درونی

مجله ارگونومی، دوره ۳، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۴

شامل: کمال خواهی، حقیقت‌جویی، گرایش به خیر و حقیقت، گرایش به جمال و زیبایی، گرایش به خلاقیت و ابداع، عشق و پرستش و نیازهای اجتماعی انسان است (۸). ارزش‌هایی مثل دموکراسی، قدرتمند کردن بخش‌های مختلف یک سازمان، تنظیم قدرت در تصمیم‌گیری‌ها، استفاده از هوش، خلاقیت، توانایی حل مسئله، مهارت و ابتکار انسان‌ها که جزء موارد کلیدی مدیریت مدرن برای رسیدن به یک ساختار سازمانی مطلوب می‌باشد؛ در راستای تحقق اصول مطرح در دانش ارگونومی کلان در طراحی و بازطراحی یک ساختار سازمانی می‌باشد (۹-۱۰).

هدف از کاربرد ارگونومی اطمینان از رابطه مناسب و منطقی بین کارکنان، کارشان و سازمان کار می‌باشد، کارکنان در شرایط ایمن و مناسب می‌توانند حداکثر عملکرد و بهره‌وری را داشته باشند. لذا می‌توان گفت که دانش ارگونومی به‌عنوان یک رشته و مبحث طراحی می‌تواند در توسعه منابع انسانی و عملکرد بهینه سیستم نقش اساسی داشته باشد (۱۱). دانش ارگونومی می‌تواند فیزیولوژی و روانشناسی کارکنان را در محیط‌های کاری که سیستم پیچیده‌ای بین انسان، ابزار، محیط و سازمان کار است را مورد تحقیق و بررسی قرار دهد (۱۲).

توجه نکردن به موارد ارگونومیک در محیط کار می‌تواند تنش‌های جسمی و عاطفی و بهره‌وری پایین و کیفیت نامناسب کار را ایجاد کند. اجرای مؤثر برنامه‌های ارگونومی می‌تواند موجب افزایش آگاهی- های ارگونومیک شود. نتایج مطالعات انجام شده نشان می‌دهد که کاربردهای ارگونومی در طراحی ابزار، محیط، ایستگاه‌های کار و سازمان کار، تأثیر زیادی بر سلامت روانی، رضایتمندی در کار، افزایش کارایی، امنیت و سلامتی ایجاد خواهد کرد (۱۲).

در مورد اهمیت و پایه‌های ایده و نظریه «برنامه مداخلات ارگونومی خرد و کلان (Micro Ergonomics and Macro Ergonomics) Intervention Program) و اهمیت پشتیبانی و حمایت دانشی در به‌کارگیری دانش ارگونومی» می‌توان به منابع (۱۳-۱۴-۱۵-۱۶) مراجعه و در مورد پایه‌ها و ریشه‌های موضوع به منابع (۱۷-۱۸-۱۹-۲۰ و ۲۱) رجوع نمود.

به گونه‌ای که می‌توان گفت بنیان هر برنامه مداخله ارگونومی، پشتیبانی مدیریت عالی آن سازمان می‌باشد؛ وقتی تصمیم گیران رده‌بالا مشخصاً از مأموریت و هدف برنامه ارگونومی حمایت کنند، افزایش ایمنی، بهره‌وری و بهبود مدیریت سازمانی می‌تواند اتفاق بیافتد. بدون چنین تعهدی، تغییر رو به رشد مدیریت سازمان بعید خواهد بود (۲۷).

نکته مهمی که در فرآیند مداخلات ارگونومی باید به آن توجه نمود این است که یک مداخله ارگونومیک باید هم منافع کارکنان (سلامتی، امنیت و رضایت) و هم منافع سازمان (بهره‌وری، تولید بهینه و کیفیت بالا) را مورد توجه قرار داده و بهبود داده شود (۲۸). یک سازمان باید کارمندان را به‌عنوان عوامل کلیدی حل مسائل آینده خود مورد توجه قرار دهد و به آن‌ها اجازه تقویت مهارت‌هایشان و ظرفیت‌های نوآوری‌شان داده شود. برای تسهیل بخشیدن به جریان شرکت کارمندان در حل مشکلات و به‌منظور ایجاد یک محیط پویا و فعال، مدیریت باید یک برنامه جدی آموزش، تربیت و خود اصلاحی را به جریان اندازد (۲۹).

روش‌های متفاوتی برای برنامه‌ریزی و مداخله ارگونومی وجود دارد. بررسی نتایج مداخله ارگونومی به روش‌های مختلف نشان می‌دهد که بهترین برنامه مداخله ارگونومی (Ergonomics Intervention Planning (EIP)) به اجرا درآوردن توأمان اصول مداخله "ارگونومی خرد و ارگونومی کلان" می‌باشد (۱۴). در این راستا، اسکات (۲۰۰۸) نیز به سرمایه‌گذاری روی هر دو قسمت ارگونومی خرد و کلان تأکید دارد. فاکتورهای ارگونومیک کلان شامل: سازمان‌دهی مدیریتی و طراحی مسئولانه با مشارکت و استفاده از خلاقیت کارکنان و ارگونومی خرد شامل: اثرات اساسی بین وظایف و کارمند که این فاکتورها پتانسیل دستیابی به پیشرفت مؤثرتر و پایا روی هر سیستم را داراست (۲۰). بنابراین شیوه مناسب مداخله ارگونومی باید از ارگونومی کلان یعنی تفکر و تمرکز کردن روی فعالیت‌ها، از بالا به پایین (تحلیل و ارائه استراتژی‌ها) و پایین به بالا (اجرای ارگونومی مشارکتی) شروع و با مداخله ارگونومی خرد برای مثال بهبود ایستگاه کار برای بهبود کار ادامه پیدا کند و از آنجایی که نمی‌توان تقدم

با توجه به نتایج هاگ (۲۲) اهداف انواع مداخلات ارگونومی با توجه به نوع و مدت زمان کاربرد مداخله (محدود یا طولانی‌مدت) تغییر می‌کنند. از طرفی شناسایی عوامل و ریسک فاکتورهای ارگونومیک، به‌کارگیری و اجرای برنامه‌های ارگونومیک مبتنی بر عوامل شناسایی شده با توجه به نوع و قوانین سازمان تغییر می‌کند.

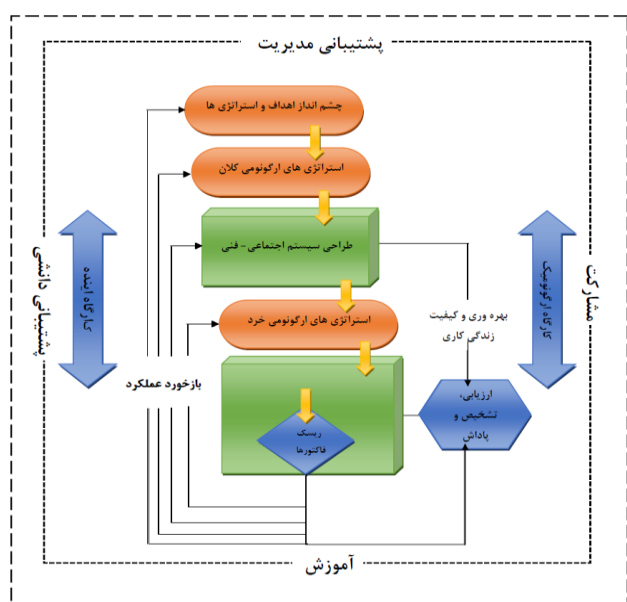
مداخلات ارگونومیک یک برنامه و طرح مناسب و یک فرایند ساختاریافته است که باید با در نظر گرفتن شرایط زمانی و مکانی فعالیت‌ها به نیازهای ویژه انسان در محل مورد نظر توجه کند. در این راستا تعداد مقالات تحقیقاتی که روش‌های شناسایی عوامل، ریسک فاکتورها و مداخله ارگونومی را به‌صورت جامع مورد بررسی قرار می‌دهند بسیار کم است (۲۳). در این ارتباط نتایج پژوهشی که توسط صدرا ابرقویی و همکاران (۲۰۱۱) در یک مرکز آموزشی انجام شد نشان می‌دهد که مداخلات ارگونومی خرد و کلان منجر به کاهش قابل ملاحظه هزینه‌ها و افزایش درآمد شده و راحتی کارکنان و اعضای هیئت علمی را به دنبال داشته است (۱).

روبرت سون (۲۴) مداخله ارگونومی کلان شامل طراحی فضای انعطاف‌پذیر کاری و آموزش ارگونومی را برای بررسی اثرات آن روی سلامت اسکلتی-عضلانی و محیط روانی اجتماعی، در یک محیط اداری انجام داد. این مطالعه نشان می‌دهد که گروه نمونه (گروهی که مداخله روی آن‌ها انجام شد) نسبت به گروه شاهد از ناراحتی‌های اسکلتی-عضلانی کمتر رنج می‌برد و کنترل کار، رضایت از محیط کاری و حس همکاری بیشتر به همراه بهبود مدیریت و بهره‌وری را نیز به دنبال داشته است. در این زمینه چوپینه و همکاران در انجام یک پژوهش (۲۰۱۵) نشان دادند که بیش‌ترین فراوانی ناراحتی‌های اسکلتی-عضلانی مربوط به اندام کمر (۶۸/۳٪) می‌باشد (۲۵).

نظر به مباحث و پژوهش‌های مطرح، یکی از فاکتورهای مؤثر در فرهنگ‌سازی و کاربرد دانش ارگونومی آگاهی‌های ارگونومیک می‌باشد؛ فریکا اوزر سار (۲۰۰۹) نشان داد که آموزش ارگونومی تأثیر مثبتی برافزایش بهره‌وری، سلامتی و امنیت حرفه‌ای افراد و جامعه دارد (۲۶). برای تحقق این مهم تعهد و پشتیبانی مدیریت عالی می‌تواند اجرای برنامه‌های ارگونومیک را با موفقیت همراه سازد

سطوح مختلف سازمان باشد (۲۷) و با در نظر گرفتن این مهم که مداخلات ارگونومیکی باید به عنوان یک فرآیند بهبود همه جانبه در نظر گرفته شود (۱)، اقدام به برنامه ریزی و مداخله ارگونومی شد. لذا در این تحقیق با استفاده از یک مدل «جامع» (شکل ۱) که موارد فوق الذکر را مورد توجه قرار می دهد با یک نقشه راه در قالب «مراحل گام به گام مداخله ارگونومی» (نمودار ۲) (۲۷)؛ به تبیین اهداف، برنامه ها، شناسایی مشکلات و ریسک فاکتورهای ارگونومیکی و راه-کارهای حل مشکلات در قالب کارگروه ها و کارگاه های مختلف پرداخته شد.

در این پژوهش فرآیند مداخلات ارگونومی در دو مرحله انجام گردید که در بخش یافته های تحقیق نسبت به چگونگی به کارگیری مدل جامع و مراحل گام به گام مداخله ارگونومی و ارائه یافته های تحقیق به تفصیل توضیحات لازم ارائه خواهد شد. لازم به توضیح اینکه در مرحله مداخله ارگونومی کلان به منظور تبیین اهداف و برنامه های ارگونومیکی از خرد جمعی و تکنیک «کارگاه برای آینده (Future Workshop)» استفاده شد و در مرحله مداخله ارگونومی خرد در قالب کارگروه های مختلف نسبت به شناسایی «ریسک فاکتورهای ارگونومیکی» و «شناسایی عوامل ارگونومیکی و حل مشکلات مطرح» به ترتیب با استفاده از «پرسش نامه نوردیک» (۲۹) و «نکات بازبینی ارگونومی» (۳۰) اقدام شد.



شکل ۱- مدل فرآیند مداخلات و ارزیابی ارگونومی

زمانی برای مداخلات ارگونومی خرد و کلان در سازمان قائل شد و اینکه در چه مرحله ای از طراحی و مدیریت سازمانی، ارگونومی کلان، و از چه مرحله ای به بعد، ارگونومی خرد را باید به کار بگیریم، «ارگونومی جامع» ($TE = MIE + MAE$) که تلفیقی از اصول ارگونومی خرد و کلان است در قالب ارگونومی جامع مطرح می شود (۱). ارگونومی جامع با هدف افزایش بهره وری، انگیزش سرشتی، راحتی، کیفیت زندگی کاری، بهداشت، ایمنی و سلامت انسان به منظور بهینه سازی کارکرد انسان- سیستم در نظر گرفته می-شود (۲۸).

پرواضح است که شناسایی عوامل و ریسک فاکتورهای ارگونومیکی همراه با مشارکت کارکنان و پشتیبانی مدیریت ارشد، مبنایی برای بهبود مستمر سیستم کاری و ایجاد محیط کاری بهتر می باشد (۲۱). از طرفی در عصر کنونی با رخ دادن تحولات شگرف در زمینه-های صنعت، مدیریت و خدمات، وجود نظام ارزیابی، تشخیص و تشویق جامع و مستمر در ابعاد مختلف (مدیریت ارشد، کارکنان، منابع، اهداف و استراتژی) اجتناب ناپذیر است (۱).

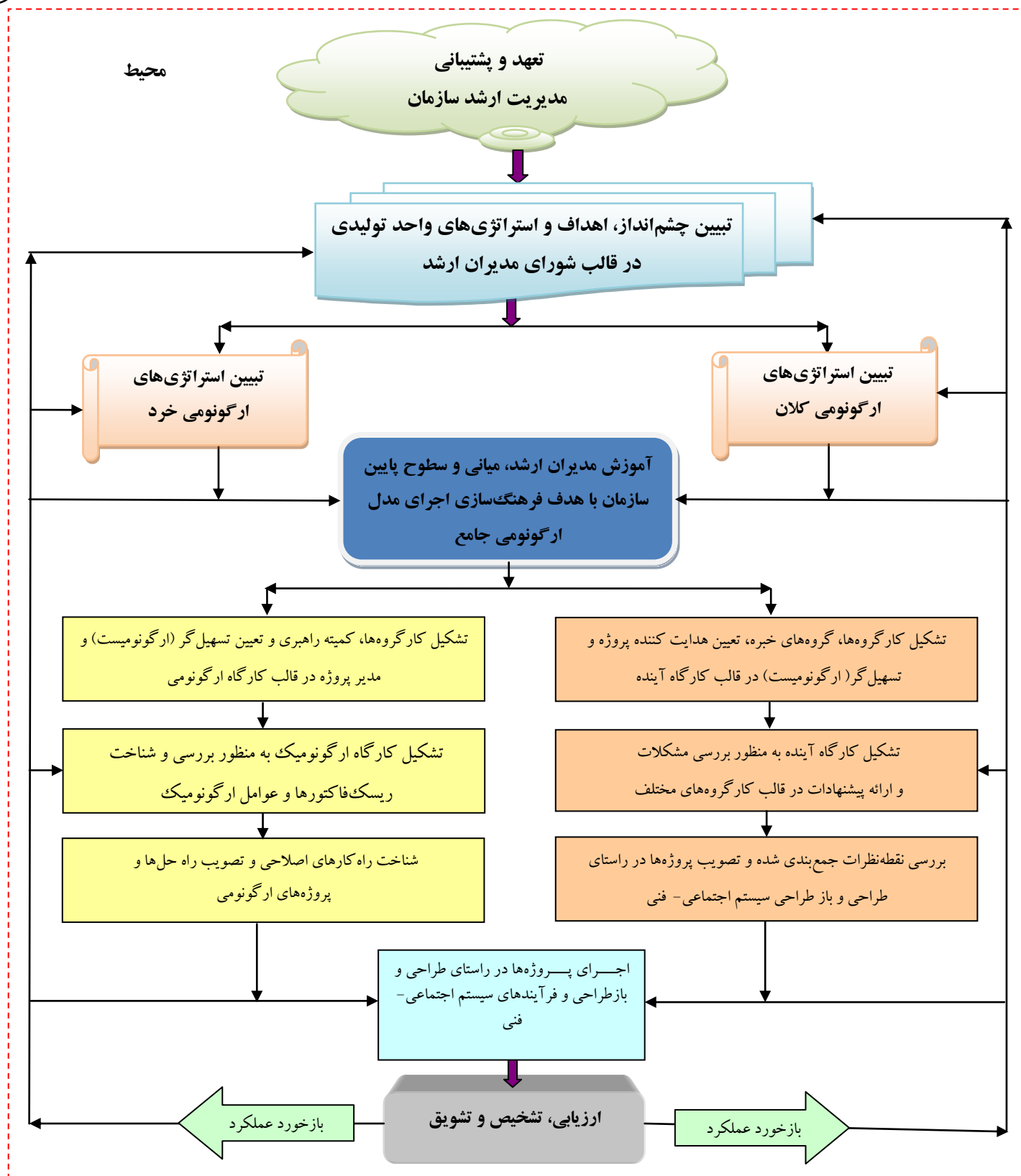
نظر به مباحث و مطالبی که در مقدمه مطرح گردید، می توان اهداف پژوهش را در دو بخش ذیل جمع بندی نمود:

۱- شناسایی عوامل و ریسک فاکتورهای ارگونومیکی در واحد تولیدی مورد مطالعه.

۲- ارائه راه حل مشکلات بر اساس عوامل و ریسک فاکتورهای ارگونومیکی شناسایی شده.

مواد و روش ها

این پژوهش از نوع مطالعات توصیفی- تحلیلی و کاربردی بوده که با بررسی تحقیقات صورت گرفته در زمینه مفاهیم، اهداف و روش های به کارگیری دانش ارگونومی و اینکه یک «برنامه مداخله ارگونومی موفق» باید در بردارنده اصل پشتیبانی و حمایت دانشی، اصل پشتیبانی مدیریت ارشد سازمان، اصل بازخورد اطلاعات عملکردی، نظام ارزیابی، تشخیص، تشویق و ترغیب، اصل اطلاعات و ارتباطات به منظور تبادل روان اطلاعات (آموزشی، ارگونومیکی و عملکردی) در



نمودار ۲- مراحل گام به گام اجرای مداخلات و ارزیابی ارگونومی جامع

یافته‌ها

اولین مرحله پروژه شامل فرآیند به‌کارگیری ارگونومی کلان است که طرح آن توسط مدیر کارخانه تصویب گردید. کارخانه مورد نظر مشغول تولید و توزیع قطعات مورد نیاز خودرو شامل انواع سواری پژو، سمند و وانت پیکان می‌باشد. تعداد کارکنان واحد تولیدی پنجاه نفر از زیر دیپلم تا کارشناس ارشد هستند. این واحد تولیدی کار خود را در بخش‌های مختلف قالب‌سازی، تولید قطعات تزریقی، رنگ و بسته‌بندی انجام می‌دهد.

هدف اصلی این مطالعه در مرحله اول بهبود سیستم‌ها و فرآیندهای مختلف تولیدی شامل بخش‌های قالب‌سازی، تولید قطعات تزریقی، رنگ، بسته‌بندی، سیستم ارزیابی و تشویق کارکنان، راه‌کارهای ارائه خدمات رفاهی-تفریحی به کارکنان، بهینه‌سازی نیروی انسانی و مدیریت منابع انسانی می‌باشد.

فرآیند مداخلات ارگونومی کلان با برگزاری یک کارگاه دو روزه به‌منظور پیدا نمودن یک دید نسبت به موضوع، اهداف و مراحل انجام تحقیق برگزار شد.

کارگاه با پر نمودن یک پرسش‌نامه آغاز گردید که در آن از شرکت‌کنندگان خواسته شد که حداقل سه هدف عمده را برای افزایش بهره‌وری مطرح کنند. پرسش‌نامه‌ها توزیع و جمع‌آوری گردید و اهداف اصلی به شرح زیر جمع‌بندی شد:

۱. ایجاد بسترهای لازم برای افزایش همکاری و ارائه نوآوری کارکنان در برنامه‌ریزی‌های مختلف
۲. استفاده بهینه از امکانات در اختیار برای افزایش تولید
۳. شناخت و استفاده از فن‌آوری‌های نوین
۴. به‌کارگیری و مشارکت دادن کارکنان در ارائه پیشنهاد و راهکار بهبود کارهای جاری و تولیدی

در ادامه برنامه مداخلات ارگونومی به‌منظور به‌کارگیری مؤثر کارکنان و دانشجویان از روش کارگاه برای آینده استفاده گردید، این روش، یک روش مشارکتی مناسب و ساختاریافته است که در

قالب فرآیند پنج مرحله‌ای زیر با استفاده از خرد جمعی به شناخت و حل مشکلات مدیریتی سیستم‌های اجتماعی-فنی (Socio-technical) می‌پردازد:

مرحله آمادگی یا فراهم‌سازی، مرحله تجربه و تمرین، مرحله تفکر و تخیل (فانتزی)، مرحله راهبرد و راه‌حل (استراتژی)، مرحله اجرایی و پیگیری.

کارگاه آینده، به مدت دو ماه (هر هفته یک جلسه سه ساعته) کار خود را با تشکیل کارگروه‌ها، گروه‌های خبره و مشخص کردن هماهنگ‌کننده و ناظر پروژه ارگونومیک در قالب مراحل "آمادگی، تجربه و تمرین، تفکر و تخیل، راهبرد و راه‌حل" به‌منظور شناسایی مشکلات و راه‌حل‌های مربوطه با خرد جمعی ادامه داد. در پایان مرحله تجربه و تمرین، برنامه‌ها و راهکارهای پیشنهادی برای برطرف کردن هر کدام از مشکلات و علل بیان‌شده به شرح زیر مشخص شدند:

۱. برنامه‌ریزی و اجرای آموزش‌های ارگونومیک در قالب آموزش-های ضمن خدمت کارکنان
۲. حمایت از نوآوری‌های مرتبط با تولیدات کارخانه
۳. تشویق کارکنان در راستای تقویت فرهنگ همکاری و تعلق خاطر بیشتر به سیستم تولیدی
۴. ایجاد بسترهای لازم برای کارکنان فوق‌لیسانس به‌منظور تعریف و اجرای پژوهش‌های کاربردی
۵. برقراری ارتباط با مراکز آموزشی-تحقیقاتی و اجرای مشترک پروژه‌های تحقیقاتی در راستای بهینه‌سازی روش‌های تولید و تولیدات کارخانه
۶. تقویت ارتباط کارخانه با مراکز آموزشی-پژوهشی از طریق پذیرش کارآموز و انجام پروژه‌های دانشجویی در سیستم تولیدی
۷. سامان‌دهی محیط اداری با هدف کاهش استرس‌های روانی و اسکلتی-عضلانی از طریق:
- الف- شناسایی ریسک فاکتورهای ارگونومیک و ارزیابی آن‌ها و اتخاذ راه‌های رفع مشکلات؛

محتویات پرسش‌نامه‌ها را به نمایش گذاشت و برای شرکت‌کنندگان توضیح داد که چگونه از آن در محیط کارشان استفاده کنند، سپس برنامه مداخله ارگونومی خرد مطابق با برنامه در قالب کارگاه ارگونومیک ادامه یافت. قبل از تشکیل کارگاه ارگونومیک کمیته برنامه کار یا کمیته راهبردی توسط ناظر پروژه، هماهنگ‌کننده پروژه و مدیر کارخانه انتخاب شدند و سپس کمیته راهبری تشکیل جلسه داد و طی چند جلسه وظایف و فعالیت‌هایی که توسط کمیته راهبری و کارگروه‌ها باید انجام شود را به بحث گذاشته و تصویب گردید. سپس در قالب کارگاه ارگونومیک طرح‌ها و پروژه‌های پیشنهادی در راستای اهداف راه‌حل‌های تعیین‌شده پیگیری و به مرحله اجرا گذاشته شد. اقداماتی که در مرحله مداخلات ارگونومی خرد به اجرا گذاشته شد عبارت‌اند از:

۱. شناسایی ریسک فاکتورهای ارگونومیکی، با استفاده از «پرسش‌نامه نوردیک» و بررسی دلایل بروز آن‌ها
۲. شناسایی و ارزیابی مشکلات ارگونومیکی با استفاده از «پرسش‌نامه نکات بازبینی ارگونومی» و شناخت راه‌های رفع مشکلات
۳. استخراج آنتروپومتری استاتیک کارکنان و به‌کارگیری آن در بهینه‌سازی ایستگاه‌های کار با کامپیوتر و کار کارکنان.
۴. تدوین دستورالعمل ایمنی کارکنان
۵. برگزاری دوره‌های آموزشی مداوم برای کارکنان در خصوص علم ارگونومی.
۶. پیش‌بینی نشست‌های مشترک فصلی و بحث در زمینه استانداردها و ایمنی و معرفی الگوها و پژوهش‌های موفق و تشویق کارکنان در خصوص رعایت توصیه‌های ارگونومیکی.
۷. غنی کردن کار کارکنان و مسئولین بخش‌های مختلف تولیدی، با ترکیب کارهای مشابه.
۸. طراحی ارگونومیک پست‌های کار کارگران سالن تولید و کارکنان اداری.
۹. طراحی ارگونومیک و اجرای راه‌های دسترسی راحت به فضاهای تولیدی، اداری و خدماتی.

ب- تدوین دستورالعمل ایمنی کارکنان؛

ج- ارائه آموزش‌های لازم و مداوم به‌منظور بالا بردن سطح آگاهی‌های ارگونومیکی در کارخانه.

۸. استخراج آنتروپومتری کارکنان و به‌کارگیری آن در طراحی‌های برنامه‌ریزی‌شده در کارخانه

۹. پیش‌بینی نشست‌های مشترک فصلی و بحث در زمینه چگونگی به‌کارگیری استانداردهای ایمنی

۱۰. معرفی الگوهای موفق و تشویق کارکنان در خصوص رعایت توصیه‌های ارگونومیکی

در مرحله اجرایی و پیگیری که آخرین مرحله کارگاه آینده است و هدف از آن اجرایی کردن برنامه‌ها و راهکارهای پیشنهادی و نظارت دقیق بر روند اجرا است، گروه‌های خبره بعد از بهبود پیشنهادهای کارگروه‌ها، نظرات خود را برای تصویب به مدیریت ارائه کردند. پس از بررسی‌های لازم یازده مورد از سیزده مورد برنامه و راهکار توسط مدیر کارخانه تصویب و در قالب مداخلات ارگونومی خرد، برای اجرا ابلاغ گردید. برای اجرا نمودن، نظارت و ارزیابی پروژه‌ها، علاوه بر فعالیت تمام‌وقت گروه‌های مختلف و کمیته راهبری، از دیگر کارکنان نیز کمک گرفته شد.

در دومین مرحله مداخلات ارگونومی، مدیریت کارخانه با پیشنهاد اجرای یک فرآیند مداخلات ارگونومیک خرد در راستای ترویج و توسعه فرهنگ ارگونومی و نیز بهبود مستمر فرآیندها به‌منظور اجرایی نمودن پیشنهادهای ارائه‌شده در مرحله مداخلات ارگونومی کلان و بهبود وضعیت کاری و افزایش بهره‌وری موافقت نمود. این مرحله نیز با یک کارگاه دو روزه شروع شد. هدف کارگاه ایجاد آگاهی ارگونومیک در میان شرکت‌کنندگان و آموزش روش‌های شناخت عوامل و ریسک فاکتورهای ارگونومیک مربوط به بهبود مدیریت، وضعیت کار و محیط بود. کارگاه با معرفی «پرسش‌نامه نوردیک» و «پرسش‌نامه نکات بازبینی ارگونومیک» به‌منظور شناسایی ریسک فاکتورها و مشکلات، با هدف افزایش بهره‌وری، ایمنی و راحتی در واحد تولیدی شروع شد. ناظر پروژه

۱۰. طراحی ارگونومیک و اجرای مکان‌های کار اپراتورهای کامپیوتر.

۱۱. پیاده‌سازی مدیریت مشارکتی.

در اجرای پروژه‌های مرحله مداخلات ارگونومی خرد، نسبت به جمع‌آوری اطلاعات عملکردی اقدام شد که در ادامه به شرح آن‌ها می‌پردازیم:

الف) بررسی ضایعات اسکلتی-عضلانی

جدول ۱- درصد افرادی از جامعه که در ۱۲ ماه و ۷ ماه اخیر به ناراحتی‌های مختلف، دچار شده‌اند

ردیف	علامت	شرح ضایعه	درصد مبتلایان به ضایعه در ۱۲ ماه اخیر	درصد مبتلایان به ضایعه در ۷ ماه اخیر	درصد مبتلایان که ۱۲ ماه اخیر با توصیه پزشک منع کار شدند
۱	A	ضایعات گردنی	۵۰	۳۲	۲۵
۲	B	ضایعات شانه‌ای	۳۲	۲۸	۲۱
۳	C	ضایعات تحتانی پشت	۳۶	۸	۱۴
۴	D	ضایعات میچ و دست	۳۶	۲۵	۱۸
۵	E	ناراحتی آرنج	۱۴ (۵۰٪ راست و ۲۵٪ چپ و ۲۵٪ هر دو آرنج)	۱۴	۱۸
۶	F	ناحیه‌ی فوقانی پشت	۲۸	۱۴	۱۱
۷	G	کفل/ران-باسن	۲۵	۲۱	۳
۸	H	هر دو زانو	۳۲	۲۸	۱۸
۹	I	هر دو قوزک پا	۱۸	۱۸	۱۸

جدول ۲- میزان ناراحتی‌ها و آسیب‌ها به تفکیک سن، وزن و طول قد

گروه‌ها	سن به سال			وزن به کیلوگرم			قد به سانتیمتر		
	زیر ۲۵	۲۵ تا ۴۰	بالای ۴۰	زیر ۷۰	۷۰ تا ۸۰	۸۰ به بالا	زیر ۱۷۰	۱۷۰ تا ۱۸۰	۱۸۰ به بالا
درصد	۶۱	۱۴	۲۵	۵۰	۱۷	۳۳	۲۸	۳۶	۳۶
درصد هر گروه									
درصد ناراحتی هر گروه	۸۲	۵۰	۲۵	۲۱	۷	۱۴	۱۴	۱۸	۱۸

علت داغ بودن ممکن است باعث سوختن دست کارگر شود. برای حل این مشکل توصیه شد که کارگران از دستکش مخصوص برای این کار استفاده کنند.

صدای ناشی از وجود فن تهویه در سالن تولید حدود ۹۰ دسی‌بل می‌باشد و لذا وجود این مقدار صدا آزاردهنده است. برای حل این مشکل پیشنهاد شد تا با تغییر مکان فن و نیز استفاده از لوله‌های خرطومی صدای آن کاهش یابد.

بخش رنگ

مشکلات ارگونومیکی واحد رنگ عبارت‌اند از: نداشتن تهویه مناسب و وجود ذرات معلق رنگ در هوا، استفاده نامنظم کارگران از ماسک مخصوص، نبود نور کافی، گرمای بیش از حد محیط به علت نبود تهویه مناسب، عدم استفاده از دستکش مخصوص، صدای زیاد ناشی از پمپ باد در حد نود دسی‌بل.

توصیه‌های لازم در خصوص رفع مشکلات فوق‌الذکر صورت گرفت از جمله پیشنهاد شد که پمپ باد به مکانی دیگر منتقل و از لوله‌کشی برای استفاده از باد در نظر گرفته شود. به علت عدم اطلاع از مضرات زیاد رنگ، نیاز است که یک برنامه آموزش ارگونومی برای کارگران این بخش، برنامه‌ریزی، اجرا و به‌صورت دوره‌ای تکرار شود. ضمناً اجرای پیشنهادها، مورد موافقت مدیریت قرار گرفت.

بسته‌بندی

در این واحد محصولات تولیدشده به‌صورت تکی بسته‌بندی و پرس می‌شود و پس از انجام فرآیند کنترل کیفیت با تعداد مشخص در جعبه مخصوص قطعه قرار می‌گیرد. کارگران این واحد عمدتاً زنان هستند. بزرگ‌ترین مشکل ارگونومیکی این واحد خم شدن متعدد کارگران است که در بعضی حالات با پیچش - چرخش کمر نیز همراه می‌باشد. توصیه‌های لازم در خصوص حل مشکلات این بخش به مدیر بخش و نکات لازم در نحوه ایمن بلند کردن بار به کارگران ارائه شد و مقرر گردید هر سه ماه یک‌بار دوره‌های آموزشی ارگونومی برای کارکنان کارخانه به مرحله اجرا درآید. برنامه آموزشی ارائه‌شده مورد موافقت مدیریت قرار گرفت. ضمناً بررسی‌های لازم در خصوص میز

میانگین سنی کل جامعه نمونه ۲۹/۵ سال، میانگین وزنی افراد ۷۶/۵۳ کیلوگرم، میانگین قد افراد برابر با ۱۷۴/۷۵ سانتی‌متر و ۹۳٪ از افراد جامعه دست راست هستند. درصد مبتلایان به ضایعه در ۷ ماه اخیر در مقایسه با ۱۲ ماه گذشته نشان می‌دهد که تعداد افرادی که به ناراحتی دچار شده‌اند کاهش یافته است. لازم به ذکر اینکه، فراوانی ناراحتی در ناحیه گردن از دیگر اعضای بدن بیشتر است. با بررسی و تجزیه و تحلیل علت آسیب‌ها می‌توان برای رفع مشکلات ارگونومیکی اقدام نمود. برای این منظور با آنالیز حرکات و تشخیص حرکتهایی که موجب ناراحتی‌های گزارش‌شده می‌شود می‌توان اقدام به اصلاح روش انجام کار نمود. خصوصاً در مورد ناراحتی‌های گردن، زیرا از میان پنجاه درصد افرادی که دچار ناراحتی در ناحیه گردن هستند، بیست و پنج درصد از آن‌ها به علت این ناراحتی، از سوی پزشک معالج از انجام فعالیت‌های روزمره منع شده‌اند.

ب) بررسی عوامل و مشکلات ارگونومیکی بخش‌های مختلف کارخانه

با استفاده از «پرسش‌نامه نکات بازبینی ارگونومی» مسائل ارگونومیکی کارخانه در بخش‌های مختلف بررسی و راه‌کارهای مناسب برای رفع ریسک فاکتورهای ارگونومیکی هر بخش به شرح آتی ارائه شد:

قالب‌سازی

در این بخش قالب‌های تزریق تولید می‌شود. ساخت قالب‌ها، زمان‌بر و هزینه بالایی دارند. تعمیر ناپذیری قالب‌ها در بسیاری از موارد می‌تواند از نظر روحی - روانی فشار بالایی روی کارگران و همچنین سرپرست و مهندس این بخش وارد کند. قالب‌ها قطعات سنگین و ظریف هستند، بنابراین در حمل آن‌ها باید دقت شود. فرایند تولید قالب‌ها توسط ماشین‌آلات CNC انجام می‌شود. برای حمل قالب‌های سنگین از جرثقیل استفاده می‌شود. در این واحد عوامل ارگونومیکی رعایت می‌شود.

تولید قطعات تزریقی

در این بخش از تولید، تنها جایی که ممکن است به کارگر صدمه وارد شود، هنگام خارج کردن قطعه تزریق‌شده از دستگاه است که قطعه به

کار کارگران و متناسب سازی میز کار با آنتروپومتری آنان انجام و تغییرات لازم انجام شد.

سیستم حمل و نقل کارخانه

حمل و نقل کارخانه در سیستم تولید با سه وسیله صورت می گیرد: استاکرهای برقی، چرخ های دستی و جراثقال های دیواری و سقفی که هر یک برای جابجایی موارد زیر استفاده می شود: استاکرهای برقی برای جابجایی کارتن های بسته بندی شده نهایی و حمل به انبار، چرخ های دستی برای جابجایی بین بخش رنگ و بسته بندی و جراثقال برای حمل قالب های ۱۵ تنی.

تغذیه مخزن مواد اولیه، تنها بخشی است که در کارخانه به صورت حمل و نقل دستی انجام می شود. مواد اولیه درون گونی های با وزن تقریبی ۲۵ کیلوگرم توسط کارگران تا ارتفاع ۲٫۵ متر از سطح زمین بالا برده و آن ها درون مخزن خالی می کنند. مدت این عمل تقریباً ۲۰ تا ۴۰ دقیقه متغیر است. لازم به ذکر اینکه اغلب شکایت های نیروی کار از این قسمت می باشد. لذا با استفاده از دستورالعمل NIOSH و فرمول $RWL = (31)$ پیشنهاد شد که در کوتاه مدت، وزن گونی ها به پانزده کیلوگرم تقلیل یابد تا فشار کمتری به ستون فقرات کارگران وارد شود. برای رفع کامل این مشکل و حذف حرکات عمودی، پیشنهاد شد از پمپ های مکند برای پر کردن مخزن استفاده شود که مورد موافقت مدیریت کارخانه قرار گرفت.

صدا در کارخانه

شرایط صدا در محیط کارخانه تقریباً مناسب می باشد و در دو مورد باید تغییراتی صورت گیرد.

همان طوری که مطرح شد صدای ناشی از وجود فن تهویه در سالن تولید و صدای ناشی از پمپ باد در بخش رنگ، برای کارگران مشکل آفرین است. راه کارهای لازم برای حل مشکلات در بخش های مربوطه ارائه و مورد موافقت مدیریت قرار گرفت. با اجرای پیشنهادها مشکلات ناشی از ارتباطات کلامی که در سالن تولید و بخش رنگ، به علت وجود صدای فن، وجود دارد، برطرف می شود.

مجله ارگونومی، دوره ۳، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۴

آلودگی صوتی در دیگر بخش های تولیدی، به علت استقرار دستگاه های جدید با صدای حدود پنجاه دسی بل وجود ندارد.

نوبت کاری

نوبت کاری در این کارخانه در حال حاضر به صورت ۱۱/۵ ساعت می باشد. تغییر در الگوی ساعت کاری به صورت الگوی ۲-۲-۳ (کونتینانتال) با ساعت کاری در نوبت صبح ۹ ساعت، نوبت عصر ۸ ساعت و نوبت شب ۷ ساعت پیشنهاد شد و مدیریت موافقت نمود تا این برنامه در تابستان سال جاری به مرحله اجرا گذاشته شود.

سیستم اداری

چیدمان میز کار ۴۵٪ از افراد با اصول ارگونومیکی روشنایی مطابقت ندارد که توصیه های لازم در این زمینه صورت گرفت. سیستم سرمایش و گرمایش کارخانه در بخش اداری مناسب بود. تنها ۳۲٪ افراد، پشتی صندلی خود را در محیط کار تنظیم می کنند. ۱۸٪ افراد زیر پای خود را تنظیم می کنند. ۲۸٪ افراد در حین نشستن ارتفاع صندلی خود را تنظیم می کنند. لذا به علت این که درصد کمی از افراد، اصول ارگونومی را در نشستن رعایت می کنند، اقدام به برگزاری یک کلاس آموزشی شد و مقرر گردید هر سه ماه یکبار این گونه کلاس های آموزشی برنامه ریزی و اجرا شود

بحث و نتیجه گیری

مهم ترین نتیجه مداخلات ارگونومی جامع، تغییر در فرهنگ سازمانی است که شامل قوانین سنتی و نوشته نشده نیز می شود. این تغییر فرهنگ، فرایند بهبود ادامه دار آرام است که نیاز به برنامه ریزی و اجرای آموزش های ارگونومیکی و همکاری طولانی مدت و هم زمان مدیریت و کارکنان دارد؛ که اگر این همکاری در اثنای مداخلات و حتی پس از آن ایجاد نشود و یا کمرنگ باشد، فرآیند را با مشکل جدی روبرو و منجر به شکست خواهد شد. به طور خلاصه می توان گفت که مداخلات ارگونومیکی در این واحد تولیدی، فواید زیادی است. این منافع را می توان به دو دسته منافع مستقیم و غیرمستقیم به صورت زیر تقسیم بندی نمود:

روز بروز بر نقش مشارکت کارکنان در کمک به مدیریت در راستای حل مشکلات محیط‌های کار و مسائل ارگونومیکی افزوده شود.

پیشنهادهای

به‌منظور فرهنگ‌سازی و به‌کارگیری ارگونومی در سیستم‌های تولیدی- خدماتی با هدف افزایش بهره‌وری پیشنهاد می‌شود:

۱- تعریف و اجرای پژوهش‌های لازم در زمینه‌های مختلف ارگونومی خرد و کلان.

۲- دوره‌های آموزش ضمن خدمت ویژه مدیران عالی، مدیران میانی و کارکنان واحدهای تولیدی- خدماتی به‌منظور آشنا نمودن آنان با دانش و کاربرد ارگونومی.

۳- طراحی و برگزاری کارگاه‌های مختلف ارگونومیکی برای کارشناسان طرح و برنامه واحدهای تولیدی- خدماتی به‌منظور اجرایی کردن مدل ارائه‌شده در این پژوهش.

۴- تربیت تسهیل‌گر و مشاوران ارگونومیک برای کمک به اجرای طرح‌های ارگونومیکی در واحدهای تولیدی- خدماتی.

منافع مستقیم: مدیریت تمامی واحدها به علت فعالیت کارگروه‌ها و گروه‌های فعال در اجرای عوامل ارگونومیکی در محیط کاری، بهبود پیدا کرد. کارگروه‌ها؛ راه‌حل‌های کم‌هزینه یا بدون هزینه‌ای را برای مشکلات کوچک و متوسط در محیط کاری پیشنهاد نمودند که کاهش هزینه‌ها و افزایش درآمد، گسترش کار با نیروی انسانی کمتر و کاهش ضایعات اسکلتی- عضلانی به همراه داشته است.

منافع غیرمستقیم: فرآیند مداخلات ارگونومی، یک محیط بهبود مستمر و فعال در واحد تولیدی ایجاد نمود. بر اساس نظر و عقیده مدیریت، انگیزه کارکنان در مشارکت و نوآوری در حل مشکلات نسبت به قبل افزایش یافته و ضمن تمایل بیشتر به تفکر برای ارائه ایده‌های جدید، مسئولیت‌پذیری در بین کارکنان بیشتر شده است. ارتباطات بهتری بین مسئولین و کارکنان در کارخانه ایجاد شده است. کارکنان در راستای کمک به مدیریت ارشد در انجام کارها و حل مشکلات بیش از پیش کمک و مشارکت می‌کنند. افزایش سطح دانش عمومی و بالا رفتن توانمندی‌های بالقوه شاغلین از یک‌طرف و پیاده‌سازی برنامه‌های ارگونومیکی از طرف دیگر باعث شده است که

منابع

- 1- Sadra Abarghouei N, Hosseini-Nasab H, Motamedzade M, Absy M. Human factors engineering assessment and intervention model and its role in improving the management of agricultural education in Yazd. Research, Management and Agricultural Education. 2011;16:35-49.
- 2- Hanson Margaret A. Green ergonomics: Challenges and opportunities. Ergonomics. 2013;56 (3):399-408.
3. Zink KJ. Designing sustainable work systems: the need for a systems approach. Appl Ergon. 2014;45:126-132.
4. IEA Technical Information, Human factors and sustainable development, 2010. Available from: <http://www.iea.cc/> (accessed 30.10.2013).
5. Dul J. Neumann WP. Ergonomics contributions to company strategies. Appl Ergon. 2009;40:745-752.
6. Radjiyev A, Qiu H, Xiong S, Nam K. Ergonomics and sustainable development in the past two decades (1992-2011): Research trends and how ergonomics can contribute to sustainable development. Appl Ergon. 2015;46:67-75.
7. Robertson MM. Maintenance resource management. Human factors guide for aviation maintenance. 1998; 3:16-19.
8. Helali F, Shahnava H. Adapting macroergonomic approach for identification of workplace problems and development of low-cost/no-cost solutions in industrially developing countries. Case study: Glucosan-Iran. In P. Vink, E. A. P. Koningsveld & S. Dhondt (Eds.), Human factors in organizational design and management, Amsterdam: North-Holland; 1998; pp. 585-590.
9. Helali F, Shahnava H. Ergonomics intervention in industries of the industrially developing countries, case study: Glucosan-iran. Proceedings of Human factors in Organizational Design and Management (ODAM), North-Holland, Amsterdam. 1996; pp. 141-146.

10. Shaliza AM, Shahrul K, Mohzani M, Zalinda O, Khairanum S. Application of quality function deployment in identifying ergonomics programs for Malaysian the effect of ergonomics applications in work system on mental health of visual display terminal workers 354 manufacturing industries. Proceedings of international conference on technology management. 2006.
11. Norros L. Developing human factors/ergonomics as a design discipline. *Appl Ergon*. 2014;45:61-71.
12. Shaliza AM, Kamaruddin S, Zalinda O, Mohzani M. The effect of ergonomics applications in work system on mental health of visual display terminal workers. *European Journal of Scientific Research*. 2009;31(3):341-354.
13. Hendrick HW. Organizational design and macro-ergonomics. In G. Salvendy (Ed.), *Hand book of human factors and ergonomics*. New York: Wiley; 1997; pp. 594-636.
14. Hendrick HW, Kleiner BM. *Macroergonomics: An introduction to work system design*. Santa Monica, CA: Human Factors and Ergonomics Society, 2001.
15. Hendrick HW, Kleiner BM. *Macroergonomics theory, methods and applications*. Mahwah; New Jersey, 2002.
16. Kleiner BM, Drury CG. Large-scale regional economic development: Macroergonomics in theory and practice. *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing*. 1999;9(2):151-163.
17. Imada AS. The rationale and tools of participatory ergonomics. In K. Noro & A. S. Imada (Eds.), *Participatory ergonomics*. London: Taylor & Francis; 1991; pp. 30-49.
18. Kogi K. Participatory ergonomics that builds on local solutions. *Journal of Human Ergology*. 1995;24:37-45.
19. Wilson, J.R. and H.M. Haines. Participatory ergonomics. In *International encyclopaedia of ergonomics and human factors*. London: Taylor & Francis; 2001; pp. 1282-1286.
20. Scott PA. Global inequality, and the challenge for ergonomics to take a more dynamic role to redress the situation, *Appl Ergon*. 2008;39(4):495-499.
21. Scott PA. *Ergonomics in developing regions, needs and applications*, CRC Press, Taylor & Francis. 2009.
22. Hagg, G. Corporate initiatives in ergonomics an introduction. *Appl Ergon*. 2000;34:3-15.
23. Berlin C, Örtengren R, Lämkuil D, Hanson L. Corporate-internal vs. national standard –A comparison study of two ergonomics evaluation procedures used in automotive manufacturing, *International Journal of Industrial Ergonomics*. 2009;39(6):940-946.
24. Robertson MM, Huang YH, O'Neill MJ, Schleifer LM. Flexible workspace design and ergonomics training: Impacts on the psychosocial work environment, musculoskeletal health, and work effectiveness among knowledge workers. *Appl Ergon*. 2008;39(4):482-494.
25. Asadi N, Choobineh A, Keshavarzi S, Daneshmandi H. Estimation of forces exerted on the lower back in manual load lifting using 3DSSPP software. *Journal of Ergonomics*. 2015;2(4):25-31
26. Ferika Özer Sarı, Effects of employee trainings on the occupational safety and health in accommodation sector, *Social and Behavioral Sciences*. 2009;1:1865-1870.
27. Sadra Abarghoueia, Naser. Design of a performance measurement model with macro ergonomics approach [PhD thesis]. University of Yazd; 2012.
28. Sadra Abarghoueia Naser, Hosseini Nasab H. Total ergonomics and its impact in musculoskeletal disorders and quality of work life and productivity, *Open Journal of Safety Science and Technology*. 2011;1(3):79.
29. Abdoli-e- Eramaki, M. *Body mechanics and principles of workstation design (ergonomics)*. First edition, Tehran: Publication of Omid-e-Majd; 2008.
30. Helander M. *A Guide to the ergonomics of manufacturing*, 1995.
31. Choobineh A. (In translation) *Human factors engineering in industry and production*. Tehran: Tachar. 2001.

Comprehensive ergonomic interventions for improving ergonomic conditions in an automobile spare part manufacturing plant: A case study

Naser Sadra Abarghouei^{1*}

Received: 18/6/2015

Accepted: 23/8/2015

Abstract

Introduction: Musculoskeletal disorders are major concerns of the modern world due to their effect on the physical health and productivity of the workforce. More extensive research is therefore required to identify and prevent these injuries and control the risk factors causing their development.

Materials and Methods: The present study uses a theoretical model of ergonomic interventions to examine and improve ergonomic conditions in an automobile spare part manufacturing plant. A total of 44 employees were selected through simple random sampling and according to the Morgan table from the 50 personnel working at the plant. The Nordic Musculoskeletal questionnaire and the review of ergonomics tips inventory were used to identify the ergonomic risk factors. Based on the theoretical model used in the research, the ergonomic intervention was performed in two stages.

Findings: In the macro stage of the ergonomic intervention, 7 goals were set and 13 ergonomic recommendations were made in the form of several workshops and task forces. In the micro stage of the ergonomic intervention, 20 ergonomic risk factors were identified and 13 strategies and plans were suggested. With the senior manager's approval, 11 strategies entered the implementation stage with the aim of improving ergonomic conditions and increasing productivity at the workplace.

Conclusion: The main outcome of the comprehensive ergonomic interventions performed in the present study was a modified organizational culture, entailing both direct and indirect benefits, such as providing low-cost or no-cost solutions to the problems, creating an active environment of continuous improvement, increasing employees' motivation for participation and being innovative in solving the problems, increasing the inclination among the employees to be an innovative thinker, improving communication between the authorities and the personnel and increasing the employees' general knowledge and capabilities.

KEYWORDS: Micro-ergonomics, Macro-ergonomics, Ergonomic risk factors, Productivity, Musculoskeletal disorders.

1. ***(Corresponding Author)** Assistant Professor, University of Applied Science and Technology, Yazd, Iran. Email: Sadra@uast.ac.ir